

B-3 産業廃棄物を利用した既設合併浄化槽でのリン除去

深野智康¹・内藤遼²・吉本國春^{3*}・○中島古史郎⁴

¹栗田工業（株）（〒160-0023 東京都新宿区西新宿 3-4-7）

²富士宮農業共同組合（〒418-0007 静岡県富士宮市外神東町 117）

³東洋大学工学部環境建設学科（〒350-8585 埼玉県川越市鯉井 2100）

⁴積水化学工業㈱ 環境・ライフラインカンパニー京都研究所 開発企画センター

（〒105-8450 東京都港区虎ノ門 2-3-17 虎ノ門 2 丁目タワー）

* E-mail yoshimoto_k@toyonet.toyo.ac.jp

1. まえがき

合併浄化槽の処理水の放流先が上水道の水源地、湖沼、水産養殖業や海水浴場などに利用されている内海や内湾といった閉鎖性水域では、富栄養化防止のためのリンや窒素の除去が必要となってきた。

小規模で無人管理の合併浄化槽では、物理化学的方法によるリン除去も現段階では、有力な選択肢の一つであり、リン吸着能の高い吸着材が経済的に得られれば、リン除去法としては有望といえる。

本報告は、建設廃材である軽量コンクリート屑を利用して、既設合併浄化槽の処理水からのリンの吸着による除去を経済的に行なうことを目的として研究を行ったものである。この際、都市の建築廃木材から製造されたリサイクル資材の高品位炭を使用した前処理を行い、その後に軽量コンクリートによりリン除去を行なった。

2. 試料と実験法

(1) 試料

a) リン吸着試料

リン吸着試料として用いた軽量コンクリートは、珪砂と石灰石をオートクレーブで反応させた珪酸カルシウムを主体としアルミ粉末を約 0.5%加えて発泡させたものである。本報告では、建設現場で発生している軽量コンクリート屑（産業廃棄物）の粒度を揃えたものである。

b) 前処理試料

合併浄化槽の処理水中に含まれる様々な成分を高品位炭によって事前に除去するために高品位炭による前処理を行った。使用した高品位炭は、主として都市で発生し

た建築廃木材等のリサイクルチップを 850℃以上の高温で炭化させたものである。

c) 両試料の経済性

両資材の原材料と製造法から、需要が多くなれば、両資材とも経済的な資材と判断される。

(2) 試料の特性

a) 軽量コンクリートの特性

軽量コンクリートの化学成分を把握するための成分分析を行った。また、軽量コンクリートから水中に溶出する金属等の影響を把握するために、「埋め立て処分される金属などを含む産業廃棄物」の溶出試験に基づいて溶出試験を行った。

b) 高品位炭の物理的特性

高品位炭の物理的特性を把握するために、高品位炭のほかに比較として天然木を使用し炭化させた市販の木炭（一般炭）の比表面積、細孔容積、吸着側細孔直径の分析を行なった。

(3) 実験法

a) 実験装置

実験容器は、直径 5 cm、高さ 50 cm、容量 980cc の透明枝つきアクリルパイプのカラムを使用した。送水量を一定（150ml/時）に制御した。充填した軽量コンクリートの容量は 250cc（質量 130 g）である。高品位炭による前処理有りのケースの実験装置の概要を図-1 に示す。

b) 試料水の採水

試料水は、東洋大学工学部の一般排水を処理している合併浄化槽において、塩素処理前の最終沈殿池の流出水を採水した。

(4) 水質分析法など

軽量コンクリートの成分分析は、蛍光 X 線分析装置、溶出試験は、水銀は原子吸光法、その他の項目は誘導結合プラズマ法 (ICP) にて行った。

高品位炭の比表面積などは、高速比表面積細孔分布測定装置 NOVA4200e によって行った。

リン (全リン) の分析は、セントラル科学 (株) 製の簡易式全リン・全窒素計、DR/2010 型分光光度計を用い、過硫酸分解法、Phos Ver 3 アスコロビン酸法・パウダーピロー法によって行った。DO 測定は隔膜電極式測定法、pH 測定はデジタル式の測定器を用いたガラス電極法によって行った。

3. 実験結果と考察

(1) 試料の特性

a) 軽量コンクリートの成分分析と溶出試験

軽量コンクリートの成分分析の結果を表-1に示す。表-1から分かるように、含有量が多い順に SiO_2 、 CaO 、 CO_2 がそれぞれ 46.8%、33.4%、10.5% を占めている。

また、軽量コンクリートは、溶出試験にかかる判定基準に適合しており、軽量コンクリートからの金属等の溶出についての問題は認められない。

b) 高品位炭の物理的特性

高品位炭、一般炭の分析結果を表-2に示す。表-2に示すように高品位炭の BET 比表面積は、一般炭の約 10 倍、また細孔直径も小さいというのが際立った特徴である。

(2) 実験結果

a) 高品位炭による前処理無し

リン濃度の推移を図-2に示す。図-2によると実験開始4日目では、原水のリン濃度は 6.89 mg/ℓ、処理水は 1.31mg/ℓ、81%という高い除去率が得られた。その後、リン除去率は緩やかに低下し、実験開始から11日目～19日目では除去率は50%程度に低下、実験最終日の除去率は32%まで低下した。

原水の pH は 7 程度の中性、軽量コンクリートのカラムを通過すると、処理水の pH は 10 から 8.8 というアルカリ性を示した。また水温については、処理水の水温は 18.5℃ から次第に低下して 14.8℃ であった。

b) 高品位炭による前処理有り

リン濃度の推移を図-3に、またリンの除去率を図-4に示す。図-3と図-4によると、実験開始から21日目までは、大学が夏季休暇中ということもあり合併浄化槽への流入水量は少なく、原水のリン濃度は 0.68mg/ℓ から 1.37 mg/ℓ、そのときの処理水は 0.27mg/ℓ から 0.57 mg/ℓ、除去率は 47% から 71% であった。

原水は、その後は上昇し 3mg/ℓ 台になり、31日目には 1.58mg/ℓ に一旦低下、処理水は 0.24mg/ℓ であった。

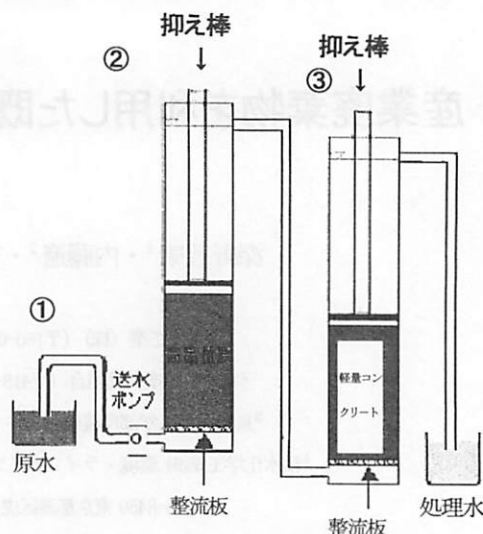


図-1 実験装置の概要
(高品位炭による前処理有りのケース)

表-1 軽量コンクリートの主な成分

成分名	分析値 (%)
SiO_2	46.8
CaO	33.4
CO_2	10.5
Al_2O_3	2.95
SO_3	2.39
Fe_2O_3	2.07

表-2 高品位炭の物理的特性

種別	高品位炭	一般炭
製品価格 (円/kg)	10 ~ 25 (推定)	100
BET 比表面積 (m^2/g)	176	16
細孔容積 (cc/g)	0.12	0.21
吸着側細孔直径 (nm)	2.62	5.25

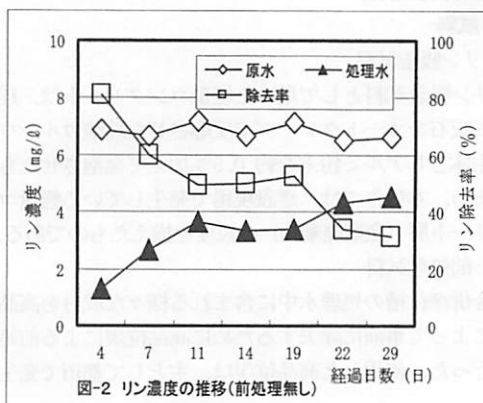


図-2 リン濃度の推移 (前処理無し)

38 日目以降は、原水のリン濃度は4から6mg/ℓ 台の比較的安定した値を示した。処理水は1.40 から 3.75 mg/ℓ、除去率は48%から72%であった。

45 日目、原水のリン濃度は6.46mg/ℓ、処理水は3.75mg/ℓ、除去率は30%と悪化していた。この日を除くと、リン除去率は28 日以降次第に低下しているものの実験終了の85 日目でも48%であった。

なお、高品位炭を通過したリン濃度は、原水とほぼ同じで、高品位炭部でのリン除去はほとんど認められない。

原水のpHは4.8 から 7.7、処理水のpHは9.1 から 8.5 までの値を示した。また水温については、26.2℃から低下して18.5℃の値を示した。

c) リン累加吸着量とリン除去率

高品位炭による前処理の効果を確認するため、大学が夏季休暇中の原水のリン濃度が低い期間を除き、リン累加吸着量がおおむね1mg/g 以上という条件で、リン累加吸着量とリン除去率との関係を整理した。なお、水温の違いは考慮しなかった。得られた結果を図-5に示す。データに若干のばらつきは認められるものの、高品位炭による前処理を行うとリン除去率は高く、その期間も長期にわたること、すなわち効果（有効性）が明らかに認められる。

4. まとめ

大学構内の合併浄化槽の処理水を対象として、高品位炭を使用した前処理を行い、その後に建設廃材である軽量コンクリートによるリンの吸着除去という実験を行ない、次のような結果が得られた。

なお、大学構内の合併浄化槽は、かなり老朽化しており、また処理能力に近い状態で運転されていることから、処理水のリンや COD は一般の合併浄化槽と比較して高い値を示していると考えられる。

(1) リン除去

高品位炭による前処理を行ったリン吸着除去実験によると、85 日間の実験期間中においておおむね50%以上のリン除去率が得られた。前処理を行わない軽量コンクリート単独でのリンの除去率は、実験開始から速やかに低下して、28 日目の実験終了日には32%まで低下した。

したがって、高品位炭による前処理の後に軽量コンクリートによるリンの吸着・除去は、期待できるリン除去法といえる。

(2) まとめ

小規模で無人管理の多くの合併浄化槽からの実用的なリン除去が可能となることから、合併浄化槽が設置されている公共用水域での富栄養化対策の進展が期待される。

<参考文献>

①中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会 浄化槽専門

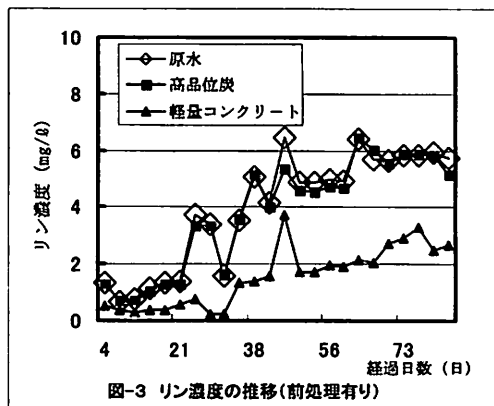


図-3 リン濃度の推移(前処理有り)

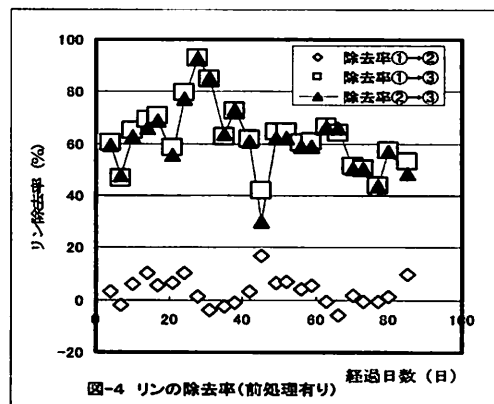


図-4 リンの除去率(前処理有り)

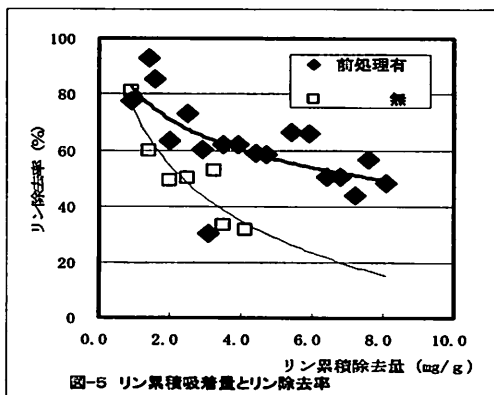


図-5 リン累積吸着量とリン除去率

委員会：今後の浄化槽のあり方に関する「浄化槽ビジョン」について、平成19年1月15日

②三谷知世他：焼成火山灰土壌を用いた下水二次処理水からのリン酸の除去に関する長期的実証研究，水環境学会誌，Vol.26，No.6，p.393～396（2003.）

③五十子祐輝，吉本国春，中島古史郎，永山慎之介，山口安幸：高品位炭による雨水浄化に関する研究，第34回環境システム研究論文発表会講演集，土木学会，p.353～359，（2006.）